

## Nghiên cứu thiết kế phần mềm mô phỏng chức năng gây nhiễu của thiết bị chế áp vô tuyến điện

Bùi Thị Thanh Tâm<sup>1\*</sup>, Vũ Lê Hà<sup>1</sup>, Phạm Văn Hòa<sup>1</sup>,  
Phạm Ngọc Sơn<sup>2</sup>, Đinh Thị Thùy Dương<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Viện Điện tử/Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;

<sup>2</sup>Phòng Kỹ thuật /Vùng 4 Hải quân;

<sup>3</sup>Phòng Quản lý KH&CN/Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

\*Email: thanhtambui85@gmail.com.

Nhận bài ngày 15/10/2021; Hoàn thiện ngày 09/12/2021; Chấp nhận đăng ngày 14/02/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.77.2022.175-179>

### TÓM TẮT

*Nghiên cứu thiết kế mô hình mô phỏng hệ thống theo nguyên lý hoạt động của thiết bị chế áp vô tuyến điện (VTĐ) là cần thiết trong việc làm chủ giải pháp kỹ thuật, hỗ trợ huấn luyện kỹ thuật. Bài báo trình bày nghiên cứu thiết kế hệ thống mô phỏng một số chức năng gây nhiễu của thiết bị chế áp VTĐ. Mô hình được thực hiện trên phần mềm Matlab Simulink. Trong đó, các tín hiệu thu và phát được hiển thị trên miền thời gian và tần số để phân tích cơ chế hoạt động của thiết bị chế áp VTĐ và đánh giá tác động của các loại nhiễu đến việc thu tín hiệu của ra đa đối phương.*

**Từ khóa:** Thiết bị chế áp vô tuyến điện; Chức năng gây nhiễu; Hệ thống mô phỏng.

### 1. MỞ ĐẦU

Thiết bị chế áp VTĐ trang bị trên Tàu có chức năng chế áp bằng nhiễu xung tích cực tới các mục tiêu nguy hiểm nhằm bảo vệ Tàu trước sự trinh sát VTĐ của đối phương là các đài ra đa trinh sát. Thiết bị chế áp VTĐ cần xác định được tần số, độ rộng xung, tần số lặp xung và thời điểm xung đến của mục tiêu. Từ đó, tạo nhiễu xung tích cực có độ trễ khác nhau hoặc nhiễu tạp có độ rộng phổ thay đổi, có công suất đủ lớn so với tín hiệu phản xạ về máy thu ra đa, khiến cho các ra đa của đối phương xác định sai hoặc không thể xác định được tọa độ của Tàu.

Nghiên cứu nguyên lý và chức năng chế áp VTĐ trong các thiết bị chế áp VTĐ có ý nghĩa quan trọng. Trong đó, việc nghiên cứu thiết kế mô hình mô phỏng thiết bị chế áp VTĐ trên máy tính là cần thiết, sẽ là công cụ hữu ích để có thể phân tích nguyên lý, chức năng hoạt động của thiết bị chế áp, từ đó giúp cho các cán bộ kỹ thuật có thể làm chủ các giải pháp kỹ thuật của thiết bị. Tuy nhiên ở nước ta cho đến nay, vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào công bố việc mô phỏng các chức năng, cơ chế hoạt động và các tín hiệu bên trong thiết bị chế áp VTĐ. Các công trình [1-3] thực hiện mô phỏng cho các hệ thống ra đa trong các tình huống tác chiến như bám mục tiêu di động, phân tích các tác động của các nguồn nhiễu,... Nghiên cứu [4] mô phỏng hệ thống ra đa sử dụng trải phổ trực tiếp, trình bày giải pháp thiết kế tín hiệu băng góc, tuyến cao tần cho phần phát và phần thu. Tuy nhiên, các nghiên cứu này mới thực hiện mô phỏng cho các hệ thống ra đa.

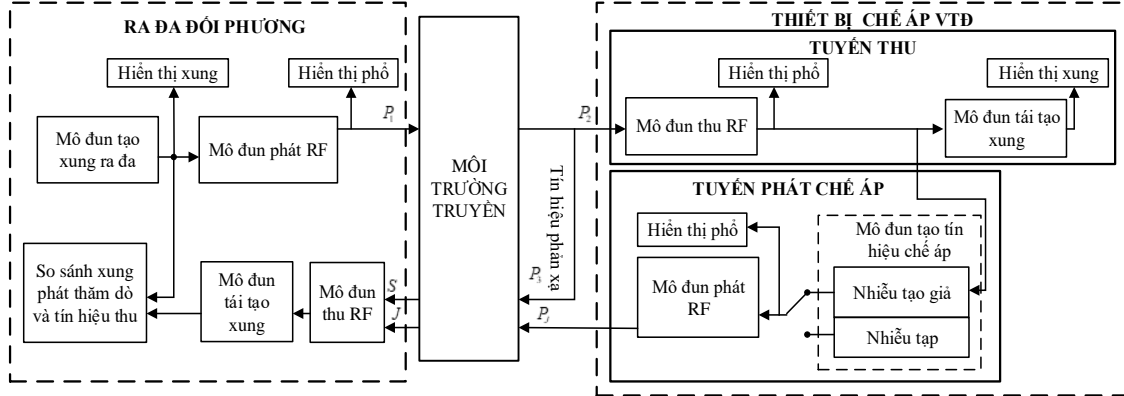
Bài báo sẽ trình bày nghiên cứu thiết kế phần mềm mô phỏng một số chức năng gây nhiễu của thiết bị chế áp VTĐ sử dụng phần mềm Matlab simulink. Trong đó, đài ra đa là mục tiêu cho thiết bị chế áp VTĐ tạo ra tín hiệu thăm dò, thu và phân tích tín hiệu phản xạ và chế áp. Khối mô phỏng thiết bị chế áp VTĐ sẽ tạo các dạng tín hiệu chế áp ở băng tần Ku, rộng và chu kỳ xung cỡ  $\mu$ s. Tín hiệu mô phỏng được hiển thị để phục vụ các công việc nghiên cứu làm chủ, giúp kiểm tra, phân tích và xử lý các tình huống kỹ thuật.

### 2. THIẾT KẾ PHẦN MỀM MÔ PHỎNG TRÊN MATLAB SIMULINK

#### 2.1. Xây dựng mô hình hệ thống mô phỏng

Hệ thống mô phỏng chức năng gây nhiễu của thiết bị chế áp VTĐ trên Tàu được biểu diễn

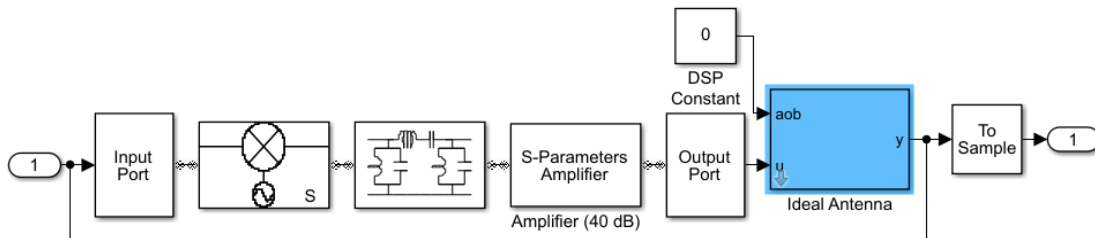
trên hình 1, gồm 3 phần chính: Ra đa đối phương, môi trường truyền và Thiết bị chế áp VTĐ. Môi trường truyền tin trong mô hình sử dụng là môi trường truyền sóng có tính tới ảnh hưởng suy hao lan truyền.



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống mô phỏng.

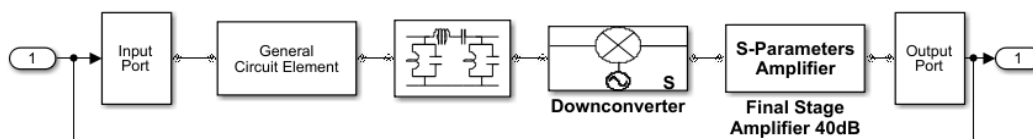
Hệ thống mô phỏng hoạt động theo nguyên tắc: tại thời điểm  $t = 0$  đài ra đa phát xung thăm dò với mức công suất bức xạ hiệu dụng  $P_1$ , tín hiệu bị suy hao truyền dẫn  $L_s$  đến Tàu có công suất  $P_2$  đi vào Tuyến thu của Thiết bị chế áp VTĐ. Đồng thời, tín hiệu thăm dò đến mục tiêu bị phản xạ với công suất  $P_3$  và quay về tuyến thu của đài ra đa có công suất  $S$  và khoảng thời gian trễ được tính từ khi xung thăm dò phát đi đến khi phản xạ về là  $t_d$ . Ở Tuyến thu của Thiết bị chế áp, tín hiệu ra đa siêu cao tần được trộn xuống dải trung tần và được chia thành 2 đường tín hiệu. Một đường tín hiệu được đưa qua mô đun tái tạo xung thăm dò để xác định các tham số tín hiệu (độ rộng xung, tần số lặp xung). Đường tín hiệu thứ 2 được đưa vào khối Nhiều tạo giả (Target-Like Jamming) để thay đổi tham số thời gian của xung bằng cách giữ trễ thời gian  $\tau$ ,  $\tau \neq t_d$ . Khi phát tín hiệu chế áp, hệ thống lựa chọn chế độ Nhiều tạo giả hoặc chế độ Nhiều tạp (Noise Jamming). Tín hiệu chế áp được điều chế lên dải siêu cao tần trùng với tần số sóng mang của xung ra đa thăm dò và phát về ra đa với mức công suất  $P_j$ . Tại tuyến thu của ra đa, tín hiệu phản xạ và tín hiệu chế áp sẽ được tách sóng đường bao và hiển thị. Khi công suất tín hiệu chế áp đảm bảo  $J \gg S$ , ra đa đối phương sẽ thu sai hoặc không thu được xung phản xạ nhờ đó đánh lừa đối phương và che giấu Tàu của ta. Hệ thống mô phỏng được thực hiện trên phần mềm Matlab simulink với các thư viện RF blockset, DSP system toolbox, simulink.

2.2. Thiết kế các khối chức năng trong hệ thống



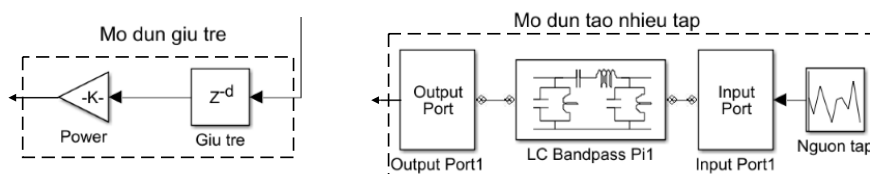
Hình 2. Cấu trúc mô đun phát cao tần RF.

Khối Pulse Generator trong simulink được sử dụng làm Mô đun tạo xung ra đa với các tham số đầu vào gồm: độ rộng xung (Pulse width), chu kỳ xung (Period). Mô đun phát RF được thiết kế như trên hình 2. Bộ trộn S điều chế xung thăm dò băng góc lên dải cao tần và tín hiệu được hạn băng bằng bộ lọc thông dải LC Pi, khuếch đại S-Parameter trước khi đưa ra ăng-ten phát.



**Hình 3.** Cấu trúc mô đun thu cao tần RF.

Mô đun thu RF được thiết kế dựa trên nghiên cứu [4] và được biểu diễn trên hình 3. Tín hiệu thu được khuếch đại tại bộ tiền khuếch đại tạp âm thấp General Circuit Element, lọc hạn băng bằng lọc thông dải LC. Tín hiệu thu sau lọc được biến đổi từ dải cao tần RF xuống tín hiệu trung tần bằng bộ trộn xuống Down converter và khuếch đại bằng S-parameters Amplifier. Mô đun tái tạo xung thực hiện theo nguyên lý tách sóng đường bao tín hiệu đầu vào, tín hiệu xung thị tần đầu ra được hiển thị trên osilo.

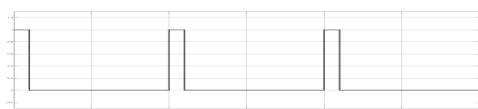


**Hình 4.** Cấu trúc các khối tạo nhiễu.

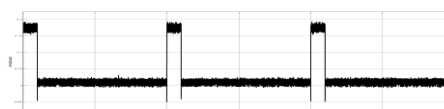
Mô đun tạo tín hiệu chế áp bao gồm khối nhiễu tạo giả và Nhiễu tạp được thiết kế như trên hình 4. Khối Nhiễu tạo giả thực hiện giữ trễ tín hiệu trung tần và điều chỉnh công suất phát. Khối tạo Nhiễu tạp được thiết kế bao gồm nguồn tạp âm Gauss, lọc thông dải LC Pi xác định độ rộng phổ nhiễu chế áp.

### 3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Hệ thống được thiết lập tốc độ lấy mẫu là 1 GHz, khi đó đơn vị thời gian cho một mẫu là 1 ns. Tham số độ rộng xung và chu kỳ lặp được tính theo số mẫu, ví dụ độ rộng xung 0,1  $\mu$ s tương ứng cần 100 mẫu. Tần số sóng mang siêu cao tần được chọn ở tham số Frequency của bộ trộn lên. Để đưa tín hiệu từ dải siêu cao tần xuống dải trung tần, bộ trộn xuống thiết lập tham số LO frequency bằng tần số sóng mang trừ tần số trung tần.



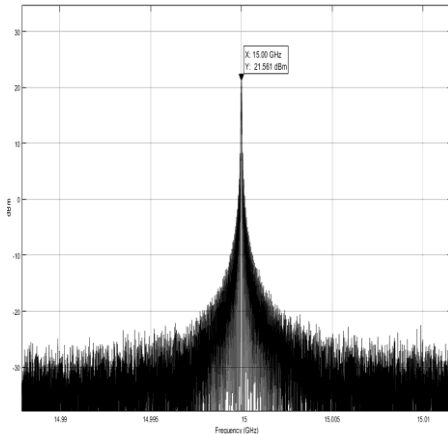
**Hình 5.** Xung ra đa thăm dò.



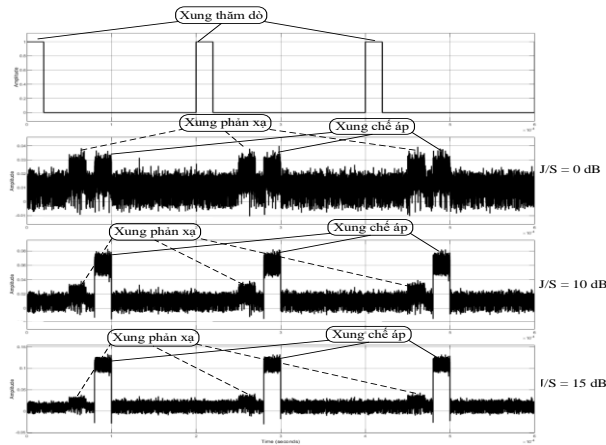
**Hình 6.** Xung tái tạo.

Các kết quả mô phỏng được trình bày dưới đây được thực hiện với các tham số đầu vào hệ thống gồm: độ rộng xung 20  $\mu$ s, tần số lặp 5 kHz, tần số sóng mang 15 GHz, tần số trung tần 1GHz. Suy hao lan truyền là 80 dB. Thời gian chạy mô phỏng 0,6 ms (3 chu kỳ xung). Hình 5, hình 6 biểu diễn tín hiệu xung thăm dò của đài ra đa và xung tái tạo tại tuyến thu của Thiết bị chế áp, xung tái tạo trong Thiết bị chế áp có độ rộng và tần số lặp giống với tín hiệu thăm dò, tuy nhiên xung bị méo do đi qua bộ lọc hạn băng LC. Tín hiệu ra đa phát với công suất hiệu dụng  $P_1 = 60$  dBm. Tín hiệu phản xạ lại, đồng thời đi vào tuyến thu của Thiết bị chế áp có công suất [5]:  $P_2 = P_1 - L_s = -20$  dBm. Giả thiết, tín hiệu ra đa phản xạ lại với diện tích phản xạ hiệu dụng RCS là 2 m<sup>2</sup>, ta có hệ số phản xạ hiệu dụng được tính theo tài liệu [5]:  $G_a = 47,5$  dB, khi đó công suất tín hiệu phản xạ  $P_3 = 27,5$  dBm. Để đánh giá tác động của tín hiệu chế áp đến tín hiệu thu được tại đài ra đa đối phương, công suất phát nhiễu của chế áp được thiết lập ở mức 27,5 dB; 37,5 dB; 42,5 dB tương ứng với J/S bằng 0dB; 10 dB, 15 dB.

Trong chế độ chế áp bằng nhiễu tạo giả, phổ tín hiệu chế áp phát được biểu diễn trên hình 7 và giả thiết thời gian trễ của tín hiệu phản xạ bằng  $t_d = 2.5T_p$ , với  $T_p$  là độ rộng xung thăm dò và thời gian trễ của tín hiệu chế áp là  $\tau = 4T_p$ . Hình 8 so sánh xung thăm dò và xung thu về tại khối ra đa với các mức J/S khác nhau. Thời gian tới của xung chế áp đến sau tín hiệu phản xạ  $0.5T_p$ , và biên độ tín hiệu phản xạ nhỏ so với nhiễu tạo giả khi J/S đạt 10 dB, 15 dB.

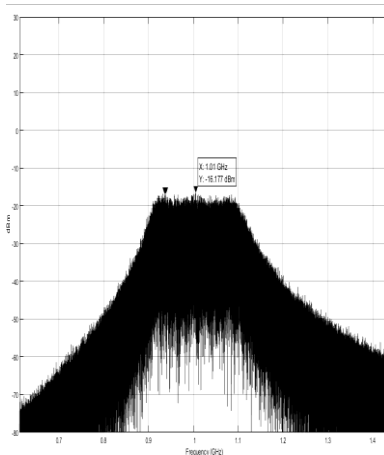


Hình 7. Phổ xung chế áp RF tại Thiết bị chế áp.

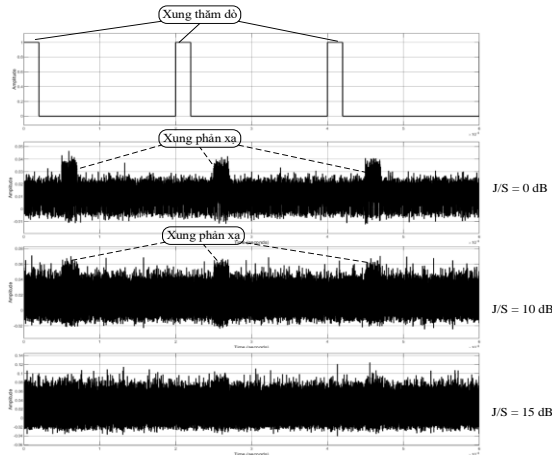


Hình 8. So sánh xung phát và xung thu ở đài ra đa khi J/S=0, 10, 15 dB.

Khi hệ thống hoạt động ở chế độ chế áp bằng nhiễu tạp, bộ phát tạp tạo ra nguồn tạp có phổ hiển thị trên hình 9, nhiễu tạp có mức công suất đồng đều trong dải tần 200 MHz, tương ứng với dải tần của bộ lọc băng thông trong mô đun tạo tạp. Hình 10 biểu diễn xung thăm dò và tín hiệu thu tại khối ra đa trên miền thời gian khi J/S lần lượt bằng 0 dB, 10 dB, 15 dB. Khi công suất phát tạp tăng, xung phản xạ bị che lấp dần trong nền tạp. Với tỷ lệ J/S = 15 dB, không còn thấy xung phản xạ ở tín hiệu thu.



Hình 9. Phổ tín hiệu nhiễu tạp tại Thiết bị chế áp.



Hình 10. So sánh xung phát và tín hiệu thu về ở đài ra đa khi J/S = 0, 10, 15 dB.

#### 4. KẾT LUẬN

Hệ thống mô phỏng được quá trình truyền tín hiệu đài ra đa và thiết bị chế áp VTĐ, chức năng chế áp bằng Nhiễu tạo giả và Nhiễu tạp của Thiết bị chế áp VTĐ. Đồng thời, hệ thống khảo sát, đánh giá tác động của các loại tín hiệu chế áp với các mức công suất phát khác nhau đến tín hiệu thu tại đài ra đa. Mặc dù vậy, hệ thống mô phỏng vẫn chưa thực hiện được các chế độ phát

nhiều khác của thiết bị chế áp VTĐ. Vì vậy, trong các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu, phát triển mô hình thực hiện nhiều chức năng hơn, đáp ứng nhu cầu huấn luyện cho lực lượng cán bộ kỹ thuật nhằm làm chủ sâu nguyên tắc hoạt động của thiết bị chế áp VTĐ.

*Lời cảm ơn:* Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí của đề tài định hướng nghiên cứu cán bộ trẻ năm 2021 của Viện Điện tử.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. So Ryoung Park et al., "Modelling and Simulation for the Investigation of Radar Responses to Electronic Attacks in Electronic Warfare Environments," Security and Communication Networks, vol. 2018, 2018.
- [2]. <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/72890-ew-jammer-model>.
- [3]. <https://www.mathworks.com/help/phased/ug/simulating-a-bistatic-radar-with-two-targets.html>.
- [4]. N. Shirude, M. Gofane, and M.S.Panse, "Design and Simulation of RADAR Transmitter and Receiver using Direct Sequence Spread Spectrum," IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering, vol. 9, no. 3, pp. 56-65, 2014.
- [5]. D. L. Adamy, "Introduction to Electronic Warfare Modeling and Simulation". SciTech Publishing, Inc, 2006.

### ABSTRACT

#### **Researching and designing software simulates jamming functions of suppression devices**

*Researching and designing system simulation models according to the operating principles of suppression devices are necessary for mastering technical solutions and supporting technical training. In this paper, a simulation system that performs some jamming functions of the device equipped on the ship was presented. The model is designed using Matlab Simulink software. In which the received and transmitted signals are displayed in the time and frequency domain to analyze the operating mechanism of the radio suppression device and evaluate the impact of various types of jamming on the received signal of enemy radars.*

**Từ khóa:** Radio suppression devices; Jamming functions; Simulation system.